9.

DISERTACION

SOBRE LAS CAUSAS

DE LOS POCOS PROGRESOS

QUE HACEN LAS CIENCIAS

EN ESTOS TIEMPOS.

DICHA EN LA REAL ACADEMIA

DE CIENCIAS I BUENAS LETRAS

DE MANTUA

POR EL ABATE DON JUAN ANDRÉS,

I TRADUCIDA DEL ITALIANO

POR DON CARLOS ANDRÉS.



EN LA IMPRENTA REAL

AÑO 1783.

AL EXC.MO SEÑOR

DON JOSEPH MOÑINO,

CONDE DE FLORIDABLANCA,

CABALLERO GRAN CRUZ DE LA REAL ORDEN DE CARLOS III, CONSEJERO DE ESTADO DE SU MAGESTAD, SU PRIMER SECRETARIO DE ESTADO I DEL DESPACHO, SUPERINTENDENTE GENERAL DE CORREOS TERRESTRES I MARÍTIMOS, DE LAS POSTAS I RENTA DE ESTAFETAS EN ESPAÑA I LAS INDIAS, I DE LOS CAMINOS DE ESPAÑA: ENCARGADO INTERINAMENTE DE LA SECRETARÍA DE ESTADO, I DEL DESPACHO DE GRACIA I JUSTICIA, I DE LA SUPERINTENDENCIA DE LOS PÓSITOS DEL REYNO.

EXC.MO SEÑOR.

La particular atencion con que enmedio de los graves cuidados

del

del Ministerio procura V. E. el adelantamiento de las ciencias, me hace esperar que no le será desagradable una Disertacion, que tiene por objeto señalar los motivos, porque se hacen ahora pocos progresos en ellas. El autor, que por mano de V. E. ha recibido tantas honras, verá con particular gusto el que un hermano suyo procure acreditar i confirmar su gratitud; i yo, que sin ningun mérito he logrado igualmente de V. E. favores tan distinguidos, que ni

aun

aun havia podido llegar á de-
searlos, me considero obliga-
do á manifestarla, dedicando
á V. E. este primer ensayo de
mi corto talento, i á rogar á
Dios guarde la vida de V. E.
muchos años.

EXCMO. SEÑOR.

B. L. M. de V. E.

su afecto i rendido servidor

Carlos Andrés.

ADVERTENCIA.

Los estrechos vínculos, que como á hermano me unen con el autor de esta Disertacion, al paso que me impiden publicar los elogios, que sé haver merecido á las personas inteligentes, me animan á traducir i presentar á nuestra nacion este opúsculo, que mas justamente deve llamarse suyo, que de la Italia donde ha nacido.

He añadido unas notas, que tal vez parecerán importunas por contener cosas obvias; pero no las pongo para los doctos, que creo encontrarán en la Disertacion bastante en que ocuparse, i dexarán las notas para los que carezcan de las noticias que encierran. Se ponen al fin para dexar seguida la lectura de la Disertacion.

BIEN podré yo, ilustres Académicos, en este magnífico palacio dedicado á la literatura (1), i en un congreso de personas tan respetables, cuyo principal objeto es el adelantamiento de las ciencias, proponer un problema, útil ciertamente por sí mismo, propio de este lugar i digno de esta asamblea, que es: *Quales son las causas porque en el dia se hacen tan cortos progresos en las ciencias.* Pero como semejante qüestion podrá parecer á muchos fundada sobre un supuesto falso, i despreciarse desde luego como una blasfemia literaria, ó como una calumnia malignamente impuesta á la actual literatura, convendrá antes de entrar en semejante exâmen, que me dedique á probar quan cortos son los adelantamientos que hacen las ciencias al presente.

Sé mui bien que nunca se ha hecho tanta ostentacion de Física i de Matemáticas, i que

nunca se han dispensado tantos honores á los estudios graves i serios como ahora se tributan. Veo cada dia, que personas de todas clases i de todos sexôs, baxan con respeto la cabeza al oir citar la autoridad de un geómetra; encuentro freqüentemente en los libros de todas facultades i asuntos, esparcidos como adornos los términos i las fórmulas propias de aquellas ciencias; advierto á cada paso, que se han hecho triviales i familiares aun en boca del pueblo los difíciles i desusados nombres relativos á sus materias; i observo, que hasta los indómitos poetas se sujetan á hablar el lenguage que se ha hecho de moda en el vulgo literario. Tantos monumentos erigidos para la utilidad de las ciencias exâctas; tantos museos para juntar toda suerte de cosas raras, que puedan ayudar al conocimiento de la naturaleza i del arte; tantos gavinetes para colocar máquinas trabajadas con la mas exâcta diligencia, i con el mayor primor, para precisar en cierto modo á la naturaleza á manifestar sus

mas ocultos secretos, i para hacer mas clara é inteligible su voz; tantos observatorios llenos de exquisitos instrumentos para observar quantos movimientos hacen las estrellas, i descubrir todo lo que sucede en el cielo; tantos jardines costosamente cultivados para ver en una sola ojeada quantas plantas peregrinas i raras contiene el globo terráqueo; tantas academias para juntar los mas excelentes i mas nobles literatos, i formar de ellos supremos tribunales de literatura; tantas escuelas; tantas instituciones; tantos establecimientos (2): todos son otros tantos palacios, ú otros tantos templos consagrados á las ciencias; todo hace ver, que esta es la época en que las ciencias tienen el imperio del mundo literario; todo manifiesta, que á las ciencias en estos tiempos se les tributa no solo veneracion i respeto, sino aun culto i adoracion. Oigo por otra parte los lamentos de los apasionados á las letras humanas, que lloran la ruina de su amado estudio, ocasionada por el mucho amor que en el dia

se profesa á las ciencias exâctas; veo el ardor con que se levanta el Abate Resnel (3) en la Academia de las Inscripciones y Buenas letras de Paris, para oponerse al desprecio con que ya en su tiempo se miraban los demas estudios, atendiendo solo al de las matemáticas; observo que en la Academia de Berlin se esfuerza el Sr. Bitaube, para sostener con arte el estudio de las letras humanas, proponiéndole como útil para el de las ciencias (4); que el Sr. D' Alembert ha expuesto en la Academia francesa las acusaciones que el pueblo de los versificadores hace contra el despotismo del espiritu filosófico, como que á éste debe imputarse la decadencia del crédito de su arte (5); i encuentro generalmente que tanto las honras que tributan á las ciencias exâctas los literatos, y los que no lo son, como las quexas que mueven contra ellas los que defienden los demas estudios, todo prueba igualmente, que las ciencias se hallan colocadas en tan sublime grado de dignidad, que pueden ex-

excitar la envidia de unos, la adulacion de otros, i el respeto i veneracion general: todo indica, al parecer, que jamas se han hecho en las ciencias tantos progresos i gloriosos adelantamientos, quantos se hacen en el dia.

No obstante todo esto, juzgo mui al contrario, que son pocos los progresos que en estos tiempos se hacen en las ciencias, i mui inferiores á los que se hicieron en tiempos pasados, quando carecian de semejantes auxîlios, i que de mayores adelantamientos pueden vanagloriarse las letras humanas, que tanto se lamentan de su opresion, que nó las ciencias que estan engreidas i sobervias por el grande honor que reciben. En efecto, si exâmináramos atentamente cada clase, bien presto conoceriamos lo vano de nuestra pretension en solicitar la preferencia sobre nuestros maestros, i que antes bien debemos humillarnos al ver los cortos adelantamientos que las ciencias han hecho entre nosotros.

Porque empezando por el Álgebra i la Geome-

me-

metría, que son las mas aplaudidas en nuestra edad, ¿quántas ventajas no llevan los descubrimientos de los anteriores matemáticos, á los mas célebres de nuestros tiempos? Regio-Montano, Tartaglia, Cardano, Vieta, i Harriot supieron en tiempo de la barbarie i de la ignorancia, adelantar tan notablemente las matemáticas, que problemas antes indisolubles se resolvieron con la mayor facilidad. ¿Quán copiosos frutos no ha producido á esta ciencia la ingeniosa i utilísima invencion de los *Logaritmos*, hecha por el Escocés Baron de Neper en tiempos todavia incultos? Vemos luego despues nacer por el estudio de Cavalieri una nueva geometría (6); vemos á Descartes abrirse un nuevo rumbo, i aplicando la análisis á la Geometría, dar á la teoría de las curvas una extension i una facilidad, que hasta entonces no se habia conocido (7); vemos á Pascal, á Viviani, á Guldini, á Gregorio de San Vicente, á Wallis, á Barrou, i á otros muchos célebres matemáticos, enri-

que-

quecer la Geometría con varios i preciosos descubrimientos; vemos á un mismo tiempo á Newton, á Leibnitz, i á los dos Bernoullis, inventar i llevar á la perfeccion el cálculo infinitisimal (8), y crear aquella sublime Geometría, que ha abierto el paso á las difíciles investigaciones en que posteriormente se han ocupado con la mayor seriedad todos los matemáticos, i casi todos los físicos. Quanto en esta parte se ha añadido despues por los famosos geómetras Maclaurin, Clairaut, Simson, Riccati, Euler, D'Alembert, Bezout, i La Grange, se reduce á aclarar i dar mayor ilustracion á algunos lugares mas difíciles de aquel cálculo. Todo el fruto de los esfuerzos de los mejores matemáticos modernos, son algunas curvas nuevamente imaginadas, i algunos métodos inventados para facilitar mas el camino á aquellas difíciles observaciones; pero no podemos contar en nuestros dias verdaderos descubrimientos, gloriosos progresos, ni notables adelantamientos. ¿Quantos casos son

aun

aun irreducibles en las equaciones del tercero i del quarto grado, los quales deberian ceder á los desvelos de los matemáticos, que han buscado el modo de reducirlos á equacion? El grande Euler, i Cramer propusieron métodos para la eliminacion de las incógnitas en los grados mas elevados. Bezout no satisfecho de ellos pensó en buscar otro mas sencillo. A fines del año 47 de este siglo habia ya imaginado Fontaine un método para la resolucion de las equaciones de todos los grados, i le habia presentado con sumo elogio suyo á la Academia de las ciencias: en el 60 propuso otro á la misma Bezout; i Euler publicó otro en los Comentarios de la Academia de Petersburgo; pero despues de todas estas tentativas, i de tantos esfuerzos de hábiles academicos, el año 1770 decia con libertad el Italiano La Grange en la Academia de Berlin, que quando la teoría de las equaciones, es de todas las partes de la analisis, la que no solo por su importancia, sino

tam-

tambien por la rapidez de los progresos que hicieron sus primeros inventores, debia haber llegado en poco tiempo al mas alto grado de perfeccion, todavia estaba mui lexos de lograr el deseado adelantamiento, aunque los geómetras de estos últimos tiempos habian aplicado todo su estudio á tan loable fin. ¿ El famoso problema de los tres cuerpos, tan necesario para la perfeccion de la Astronomía i de la Naútica, quánto no ha atormentado á los mejores matemáticos? Clairaut, Euler, i D' Alembert se han adquirido no poca gloria por haberse empeñado con muchísimo ingenio, i con bastante felicidad, en la solucion de aquel difícil problema (9); pero despues de todas sus tentativas, i de las de otros muchos, Lambert en la Academia de Berlin se pone á exâminar dicho problema, i le considera poco menos que indisoluble, i casi de la misma naturaleza que la quadratura del círculo (10); i el docto i perspicaz Riccati, nunca quiso dirigir su cálculo á tal problema, porque creía imposible

su

su solucion , hasta que le allanase el camino un nuevo descubrimiento , ó un nuevo hallazgo en el Álgebra. Por haber encontrado Vieta su modo de calcular (11), se halló en estado de resolver problemas , que en manera alguna habian podido resolverse hasta su tiempo ; con aplicar Cartesio la analisis á la Geometría, se abrió un nuevo i espacioso campo á los descubrimientos matemáticos i físicos, que sin aquella llave aun estaria cerrado ; con la invencion del cálculo diferencial, se han allanado aquellas dificultades, que antes de ningun modo podian superar los mas hábiles geómetras : con que si las mismas qüestiones, que se agitaban al principio de este siglo , fatigan aun á los matemáticos de estos dias , es evidente que las matemáticas no han hecho en este medio siglo algun visible adelantamiento. Si despues , pasando de las matemáticas puras á las mixtas, bolvieramos los ojos á la Astronomía , á la Óptica , á la Mecánica , á la Hidraúlica , i á todas las otras partes , no tendriamos me-

menos motivo de confundirnos por la floxedad de nuestros estudios. Vemos cada dia efemérides, tablas i observaciones astronómicas; pero no vemos que se haga algun nuevo descubrimiento en la Astronomía. Boscovich, De la Lande, Maskellyne, Hell, i Bernoulli, son los astrónomos de que parece quiere gloriarse nuestra edad. Boscovich (12) ha mejorado muchos instrumentos, i ha perfeccionado en gran manera el modo de hacer observaciones. Hell, De la Lande, i Maskelyne han hecho mas fáciles muchas reglas i métodos para hacer las observaciones i calculaciones astronómicas. Bernoulli merece mucha alabanza por haber juntado quanto se encuentra de bueno tocante á la Astronomía; pero hace mucho tiempo, que ni éste, ni algun otro astrónomo la han enriquecido con nuevos descubrimientos, ni han producido en ella algun considerable adelantamiento. Despues que el célebre Bradley con el hallazgo de la aberracion de las estrellas fixas, i con la nutacion del exe terrestre (13) hizo

va-

variar algun tanto el aspecto del cielo, no se ha visto en las regiones celestes ninguna importante novedad. Dos años há publicó el Abate Mayer, astrónomo del Elector Palatino, haver visto en compañia del Abate Mezger, un satélite de Venus, que vanamente se gloriavan de haverle encontrado el célebre Cassini, Short, Montagne, Montbarron, i otros astrónomos. Pero el docto Abate Hell ha mostrado claramente (14), que este descubrimiento de Mayer no era otra cosa que una ilusion óptica que le habia representado el tubo dolondiano; i por consiguiente, que á pesar del estudio de nuestros astrónomos, i de todo el socorro de las máquinas é instrumentos, desde Bradley hasta el dia de hoi, no se ha hecho en el cielo mudanza alguna. Los matemáticos, los astrónomos, i los mecánicos, instigados del proprio genio, i por la solicitud de la Real Sociedad de Londres, se empeñaron ardientemente en buscar el modo de medir los grados de longitud en la mar, pero ninguno de

ellos

ellos ha sabido hacer otra cosa, que dar alguna mayor perfeccion á los pensamientos de los antecesores (15). Euler, i Mayer con las tablas de los movimientos lunares (16), han dado mas en el blanco que tomó por objeto Newton; la silla elástica de Irvino (17) estaba ya de algun modo bosquexada en la barquilla de Galileo, i el relox de Arisson (18), ha logrado el intento que aquel mismo astrónomo buscaba con el suyo menos perfecto: pero ya mucho antes se conocia el método de encontrar la longitud por medio de la luna; i el valerse de los satélites de Júpiter fue inventado por Galileo, apenas logró descubrirlos i observarlos (19). La determinacion de la figura de la tierra, ha sido la grande empresa que ha puesto en movimiento á todos los astrónomos de nuestros tiempos. Godin, Bouguer, Condamine, Maupertuis, Clairaut, Cassini Thury, Camús, La Caille, i otros muchos matemáticos de Francia, Mason, Dixson, i Maskelyne de Inglaterra, Celsius de Suecia, Juan, i Ulloa de España (20),

Lies-

Liesganig, i Scheffex de Alemania, Boscovich de Ragusa, Becaria de Italia, los príncipes de las ciencias, i la flor de la literatura, han emprendido incómodos i largos viages, i se han expuesto á graves i arduos peligros, para contribuir de algun modo á la decision de aquella causa. El Pontífice Romano, la Emperatriz Reina, los Reyes de España, de Francia, i de Inglaterra, i la República de Holanda, han sido llamados en auxîlio de la Astronomía; i Europa, África, América, i el mundo todo, se han comovido por negocio tan importante. Y con tantos empeños, con tantos medios, con tantos auxîlios, i con tantas fatigas, no han podido decidir con certidumbre lo que se buscaba, ni se ha podido adelantar un paso mas de lo que habia enseñado el gran Newton (21). En suma, debemos confesar que nuestros astrónomos han adelantado mui poco su ciencia, i que despues que se abunda tanto de medios, i que los mas famosos artífices han llevado á la última perfeccion los instrumentos, no se

ha

ha visto que la Astronomía haya hecho ningun considerable progreso. Todas las otras partes de las ciencias han experimentado la misma suerte, i ninguna de ellas puede contar notables descubrimientos en estos dias. Euler, i Riccati han escrito doctamente sobre la Mecánica, pero no han establecido nuevas leyes, como lo hicieron en tiempos pasados Galileo, Hugenio, Wallis, Newton, i tantos otros legisladores del movimiento (22). El nombre de Dollond será inmortal en la historia de la Óptica; en la misma ocupará Euler un lugar mui honorífico por haver sido el autor del descubrimiento del Dollond, i Boscovich por haver contribuido á perficionarle, i facilitar la execucion de aquel descubrimiento (23). Pero el telescopio dolondiano, aunque á la verdad hace mas fáciles i seguras las observaciones astronómicas, no ha producido todavia ninguna nueva; contribuye á que se vean mas claras las estrellas sin confusion de colores, pero no nos presenta en el cielo cosa, que antes no se hu-

huviera visto, ni puede considerarse como una nueva invencion, ó como un verdadero descubrimiento. Yo alabo gustoso las excelentes i nuevas verdades que Daniel Bernoulli, i D'Alembert han encontrado en la presion i movimiento de los fluidos; pero no me atrevo á compararlas con los útiles descubrimientos de Castelli, de Mariotte, de Guglielmini, i de los otros hidraúlicos, que no llegaban de mucho á la sublimidad del cálculo de estos ilustres geómetras (24). Conozco el mérito de los descubrimientos que en nuestros dias se han hecho en la electricidad, i aire fixo, por Franklin, Becaria, Priestley, Volta (25), i otros muchos físicos de igual habilidad; pero sin embargo no creo, que podamos vanagloriarnos de que los adelantamientos que en nuestros tiempos ha hecho la Física, sean comparables con los que hizo en el siglo pasado por el estudio de Guerrik, i de Boyle (26), i hasta la mitad del presente por el auxîlio de Desaguliers, de Gravesande, de Fay, de Muschembroek, i de

tan-

tantos otros que con sus nombres hacen gloriosa aquella ciencia. En suma, no niego que en estos tiempos se hayan mejorado mucho las ciencias; pero digo que si dierais una ojeada imparcial sobre qualquiera de sus partes, encontrariais facilmente, como he asegurado al principio, que los progresos que al presente hacen, quando estan provistas de tantos socorros i de tantos medios, son mui inferiores á los que antes se hacian sin estos auxîlios. Y ya no os parecerá inverosimil la paradoxa que antes he sentado, esto es, que de mayores adelantamientos pueden vanagloriarse en estos dias las letras humanas, que las ciencias tan aplaudidas, si reflexîonais, que Voltaire ha dado á la Tragedia un nuevo brillo; que Metastasio ha formado casi de nuevo la Ópera; que Gesner ha introducido un género de poesía desconocido hasta entonces (27); que en los escritos de Hume, de Robertson, de Raynal, i de Voltaire, se lee un nuevo método de historia; que la eloqüen-

qüencia política ha encontrado un Demóstenes en el famoso Guillermo Pitt (28); que la sagrada ha mantenido su decoro en la boca de Neuville; i que la didáctica nunca se ha visto tan gloriosa i triunfante como en la pluma de Buffon, de Bailly, de Voltaire, i de Rousseau (29), aunque los dos últimos hacen freqüentemente mal uso de ella, empleandola en defensa del error. Pero veo que me detengo mucho en demostrar la verdad de mi suposicion, i no me queda tiempo para proseguir mi intento de investigar las verdaderas causas, porque se hacen tan pocos progresos en las ciencias.

Algunos piensan que no hai otra mas, que la de haver nuestros mayores apurado ya las materias, que davan campo á los descubrimientos. Saverien al considerar que de mucho tiempo á esta parte no hacen otra cosa los geómetras, que buscar nuevos modos de aclarar los lugares mas difíciles del cálculo infinitisimal aplicado á la Geometría, viene á concluir (30), que ésta llega

ya á tocar el punto de su perfecion. ¿Qué puede hacerse en la Óptica sino mejorar los cristales, para hacer mas fáciles las observaciones? La Acústica ya no admite nuevas investigaciones; i tantos escritos de sonido i de música, han dicho mas de lo que requiere la materia. ¿Quién se atreverá á tocar el fuego, haviendole manejado tan dignamente Boerhave (31)? La máquina pneumática, el barómetro, termómetro, é higrómetro, nos han manifestado el aire en todos sus aspectos. La electricidad i el aire fixo llegan ya á cansar; i enfadan las leyes del movimiento demostradas de tantas maneras; todo está ya exâminado, todo dicho i buelto á decir, i no se puede decir, ni pensar cosa alguna, que antes no la hayan dicho i pensado otros muchos. Pero con todo, yo diré al contrario, que es una preocupacion el imaginar que se conoce el universo, porque de todas las cosas han escrito varios autores, i los que padecen una tal preocupacion, estan ciertamente muy lexos de conocer

la naturaleza, puesto que la creen bastantemente explicada por dichos escritores. Apenas se havia encontrado el telescopio, quando se creyó que Galileo havia llevado á su perfeccion este socorro de la vista, con todo se inventaron despues los telescopios de reflexîon, i Euler, i Dollond lograron formar los telescopios acromáticos, los quales tal vez con el tiempo perderán este nombre, si algun feliz ingenio se aplica atentamente á mejorarlos. ¡Quánto pueden los otros sentidos ayudar á las ciencias, i quan poco se ha pensado en su adelantamiento! Aun no conocemos la causa de los vientos, sin embargo de que D' Alembert ha escrito de ella con tanta sutileza (32); á pesar de los esfuerzos de Euler la generacion del fuego todavia es un misterio (33); casi todos los meteoros son enteramente ignorados; no podemos bolver la vista á parte alguna donde no se nos presenten objetos desconocidos, i en aquellos mismos que se creeen averiguados, encontramos aun infinito que conocer. ¿Quién

no

no supondria cumplidamente explicada, i del todo comprehendida la electricidad, despues de las investigaciones de Fay, de Muschembroek, i de todos los otros físicos, que haciendo un contínuo estudio sobre ella, havian puesto á la vista tantas propiedades suyas antes desconocidas? Sin embargo, despues de tantos descubrimientos ha sabido encontrar Franklin la analogía del electricismo artifical con el natural, i ha logrado apagar el fuego del cielo; i despues Becaria ha formado una nueva teórica en la electricidad vindice, i el ingenioso Volta ha sacado de ella nuevas i admirables ventajas. No faltan objetos ignorados en la naturaleza, i en aquellos mismos que se creen conocidos, es mucho menos lo que se sabe que lo que se ignora. Algunos confiesan, que verdaderamente es una preocupacion el pensar que no queda ya materia para nuevos descubrimientos, i pretenden que esta preocupacion sea capaz de retardar los progresos del entendimiento humano; pero yo no puedo persuadirme que quien

se dexa llevar de semejante impresion pueda ser capaz de producir alguna ventaja á la cultura del entendimiento.

Las causas que en mi concepto se oponen al adelantamiento de las ciencias, tienen otro origen menos vulgar; nacen, no de la ignorancia i la impericia, no de la incultura i la barbarie, sino antes bien de la misma ilustracion de nuestro siglo; nacen del espiritu de cultura, tan laudable por sí mismo, i tan universal en nuestros tiempos; nacen de un cierto luxo literario, no menos dañoso, ni menos comun que el económico; i nacen de algun modo de la misma abundancia de los medios, que devian contribuir á sus mayores progresos. El hacerse universal la cultura, produce muchas ventajas á la sociedad, i nunca podrá ser bastantemente alabado; pero sin embargo no dexo de creer, que esto sea una de las principales causas que retardan los verdaderos progresos de las ciencias. Vemos generalmente que personas de todas clases, de todas edades i de

to-

todos sexôs, quieren ostentar al presente vasta erudicion i cultura universal. El noble i el plebeyo, el militar i el togado, el eclesiástico i el secular, hombres i mugeres, jóvenes i viejos, todos son cultos i eruditos, i todos quieren parecer gentes ilustradas, lo que hace que aun los literatos, á quienes conviene menos que á ningun otro aquella cultura, no saben dexar de procurarsela con todo esfuerzo. Un astrónomo no se contenta con hacerse amar de Urania, si no puede obtener las finezas de Clío (34). No le basta á un geómetra saber manejar con honor el cálculo, si no puede dar su juicio decisivo sobre las amenas qüestiones de las buenas letras (35). Ni satisfacen la curiosidad de un físico la óptica, la electricidad i el aire fixo, si no le es permitido penetrar con la vista los misterios de la religion (36). No bastó al gran Temístocles su maravillosa ciencia militar i política, para libertarse de la tacha de indocto, pues porque no supo tocar la lira, fué tenido por un ignorante de la caprichosa vanidad de

la

la Grecia. Los literatos de nuestros tiempos temen, i acaso con razon, sufrir en la sociedad la nota de indoctos é imperitos, si al conocimiento de las ciencias no juntan las noticias de historia i de toda suerte de literatura; por lo qual, disipado su entendimiento, no puede conservar aquella fuerza i vigor que se necesita para hacer verdaderos progresos en las ciencias. ¿Cómo podremos persuadirnos que un hombre que seriamente se ocupa en exâminar la harmonía de las lenguas, en contemplar la índole de la poesía, en buscar el verdadero modo de escribir la historia, i en otras cosas semejantes, pueda despues de un salto pasar á las intrincadas materias de una física profunda, engolfarse en los cálculos de la sublime geometría, i entregarse felizmente á objetos tan distintos? En efecto vemos, que el célebre D' Alembert, despues que ha querido darse al estudio de la humanidad, casi ha quedado abandonado de las ciencias. Solo el exemplo de este grande hombre es bastante para

dar

dar una irrefragable prueba de nuestra asercion. Ninguno mejor que él podia hacer nuevas i gloriosas conquistas para las ciencias, i dar mayor extension á su dominio; desde su edad juvenil escribió ya obras hidrodinámicas, físicas, i astronómico-matemáticas (37), que fueron el asombro de los mas provectos i mejores matemáticos de Europa. Su *Dinámica*, sus investigaciones sobre varios puntos del sistema del mundo, sus descubrimientos sobre la presion i equilibrio de los fluidos, sus discusiones sobre los mas arduos i sublimes cálculos de la analisis, i de la geometría, formavan el honor del siglo, i davan á la Francia la esperanza lisonjera de poder en breve tiempo contar entre los suyos, quien compitiese con el incomparable Newton, i de no tener que embidiar el principado de las ciencias á su rival i enemiga la Inglaterra. Pero apenas quiso ocuparse en otros estudios, y aplicar su meditacion al conocimiento de la historia, i al estudio de la humanidad, i no conten-

tento con ser perfecto geómetra, parecer tambien hombre culto, i de erudicion universal, empezó á obscurecerse su verdadera gloria, i en vez de crecer de dia en dia el lustroso esplendor del nombre que habia ya empezado á adquirir, se ha visto al contrario ir siempre en diminucion. En mi concepto no puede darse mas convincente argumento del perjuicio que acarrean á las ciencias exâctas los deseos de cultura tan dominante en nuestros tiempos, que ver al Sr. D' Alembert, que tanto aplauso havia adquirido en la Academia de las ciencias de Paris, i en todas las sociedades científicas de Europa, baxarse á ocupar el puesto de Secretario de la Academia francesa, i dexando á un lado las sublimes teóricas del cielo i de la tierra, andar en busca de sinónimos, i otros asuntos frívolos, i ocuparse en elogios vanos, é inútiles arengas. Quando las Matemáticas, i generalmente el estudio de la naturaleza se adelantaba á largos pasos, no sabian los matemáticos i los físicos salir de los confines de su

pro-

profesion, i se tenia como proverbio la ignorancia i rusticidad de los geómetras: desde que éstos han querido quitarse aquella mancha, *i* parecer hombres ilustrados, se resienten las ciencias, i yacen lánguidas, sin adquirir nuevas fuerzas, i sin recibir nuevo vigor. Muschembroek (38) se lamentaba ya de los físicos de su tiempo: *Dum omnia scire volumus nihil scimus*, semejantes á un hortelano, que en un corto pedazo de tierra echa simiente de toda especie de plantas, i aunque en realidad ve nacer de ellas muchos pimpollos, de ninguna llega á coger el fruto de sus gastos i fatigas. *De todo un poco*, dice Bailly (39), es segun las personas del mundo la divisa del hombre sabio. Nosotros tenemos muchos sabios de esta especie (40); quieren juntar los divertimientos con las letras; tienen escrúpulo de no haver ojeado algo de todos los libros; deciden francamente en vista solo de algunas páginas; forman un dictamen sin mas fundamento que los discursos de una conversacion;

si-

siguen la voz de la fama, que no siempre es verdadera; i entre tanto la verdad queda del todo ignorada, ó á lo menos mal conocida. El entendimiento, dice el Abate Terrason, se semeja á aquellas hojas de oro batido, que quanto mas se extienden son mas ligeras. Ello es cierto, que no se puede crecer algo en la superficie, sin que se pierda otro tanto de profundidad. De la cultura i de las luces de nuestros tiempos, veo nacer otro perjuicio, i es el avergonzarse nuestros filósofos de leer los libros antiguos. Apenas Newton, i Bernoulli estan exêntos de esta lei casi universal. Algunas obras periódicas, i las actas de las Academias, son casi los únicos libros que los hombres grandes se dignan manejar, i muchos de ellos se avergonzarian si por desgracia los encontrasen con Keplero, Galileo, ó Cartesio en las manos. Esta es ciertamente una preocupacion, que acarrea gran daño al adelantamiento de las ciencias, en las quales, no menos que en las buenas letras, si se quiere ha-

cer

cer progresos, es preciso leer dia i noche las obras clásicas, i los autores magistrales. El gran Newton, que mas que ningun otro podia exîmirse de esta lei comun, se quejava mui á menudo de sí mismo, porque se havia dedicado sobrado tarde al estudio de los antiguos geómetras; de aquellos antiguos, que no contienen otra cosa que los primeros elementos de las ciencias, cuyos mas profundos misterios le havian parecido á él demasiado fáciles; de aquellos antiguos, que los doctos de nuestros tiempos ni aun querrian dignarse de darles una leve ojeada. Los libros originales, como dice Fontaneille, tienen la apreciable propiedad de producir otros igualmente originales (41); i si exâminaramos la mayor parte de los descubrimientos, á cada paso veriamos traer de ellos su origen. Leyendo Copernico en Ciceron, i Plutarco las opiniones de los antiguos filósofos, concibió la grande idea de su famoso sistema. ¿Un corto pasage de Platon, qué sublime teoría para el

mo-

movimiento de los planetas no hizo nacer en la vasta imaginacion de Galileo? Un pequeño fragmento de éste, produxo el libro original, que dió á luz Borelli sobre la fuerza de la percusion (42). De los escritos de aquel grande hombre han tomado luz Boyle, Viviani, Grandi, i otros infinitos, para descubrir muchas verdades nuevas é importantes. Los *Lugares geométricos*, i la *Construccion de las equaciones* son dos libros originales de la Hire, que no hacen mas que desembolver i poner á la vista de todos, los misterios de la Geometría de Cartesio. Y la grande obra de la *Investigacion de la verdad*, de Malebranche, ¿qué es mas que la exposicion de la Metafísica de aquel sublime filósofo su maestro? Pues si los libros clásicos, i las obras magistrales, asi de los antiguos, como de los modernos son olvidadas, i casi despreciadas de nuestros filósofos, ¿qué es de extrañar que al presente se vean salir á luz pocos descubrimientos de entidad, i pocas obras originales?

La

La cultura de nuestro siglo ha hecho tambien que se abandonen los sistemas, i que no se haga caso de las hipotesis. Esto, que ciertamente es un fruto de la mayor ilustracion de la filosofía moderna, acarrea algun daño al adelantamiento de las ciencias. En verdad, el sujetarse á sistemas, i el sostenerlos obstinadamente, ha cerrado el paso, por largos siglos, al descubrimiento de muchísimas verdades, i á los progresos de las ciencias. Gracias al gusto literario de este siglo, ya no se quieren abrazar los sistemas, ya no se piensa en sostener las hipotesis, i ya se han roto aquellos grillos, que nos hacian esclavos del error, sin dexarnos ir en busca de la verdad. Pero ahora podemos decir por otra parte, que un gusto sobradamente delicado lleva á un contrario exceso no menos perjudicial al descubrimiento de la verdad. No se deven abrazar ciegamente las hipotesis, ni deven sostenerse con tenacidad; pero tampoco se deven desechar con desprecio, sino exâminarlas con atencion,

con

con indiferencia, i sin parcialidad. En efecto, del exâmen de las hipotesis han nacido muchos descubrimientos; ya sacando una verdad constante de una incierta proposicion; ya encontrando la falsedad de la hipotesi, i la certeza de la verdad á ella opuesta; ya dando por casualidad en otros descubrimientos no buscados. Las repetidas hipotesis de Keplero, para encontrar la teoría del movimiento de los planetas, le hicieron conocer su verdadera orbita. Era esteril la electricidad en manos de los primeros inventores; empezaron á fingirse sistemas, i desde luego se vió que resultavan muchas ventajas. ¿Quántas verdades históricas i físicas encontraron Maillet, i Voodward por sostener sus hipotesis cosmológicas? ¿Quién huviera podido imaginar jamas, que por el sistema copernicano se viniera á saber en quanto tiempo baxa la luz desde el sol á la tierra? Y á la verdad si Roemero no se huviera dedicado al exâmen de dicho sistema, nunca huviera descubierto, que

unos

unos siete minutos bastan á la luz, para hacer tan largo viage (43). Bradley, para apoyar mas la hipotesis del movimiento de la tierra, buscava la mui incierta paralaxe de las estrellas fixas, i encontró lo que menos pensava, la aberracion de dichas estrellas, i la nutacion del exe terrestre. Y asi las hipotesis bien exâminadas, han ayudado mucho al descubrimiento de la verdad, i el despreciarlas, segun al presente se hace, el llamarlas, como muchos suelen, veneno de la razon, i peste de la filosofía, no puede dexar de retardar el progreso de las ciencias (44). La cultura lleva insensiblemente á una vida mole i delicada incapaz de sujetarse á las fatigas i á los esfuerzos, sin los quales nunca se podrá adelantar mucho en las ciencias. Tambien engendra naturalmente el amor á la sociedad, que aunque sea en sí mismo mui loable, es tan contrario al estudio serio, i á la profunda meditacion, que parece incompatible con ella. Visitas, conversaciones, juegos, teatros, i divertimientos, roban todo el tiempo, que se

 de-

devia dedicar á las contemplaciones filosóficas, y á las fatigas literarias. *Ista salutator scribere non potuit*, dice Marcial, hablando de sus epígramas, i nosotros con mayor razon podrémos decir lo mismo de los escritos importantes, i de las obras magistrales. Pero veo, que me entretengo mucho en acordar los perjuicios, que, la demasiada cultura de los hombres de nuestros tiempos, ha acarreado á la verdadera i sólida ilustracion del entendimiento humano, al provecho i adelantamiento de las ciencias, al destierro del error, i al triunfo de la verdad. Por lo que omito otras muchas reflexíones, i paso á indicar brevemente, los daños que pueden causar á las ciencias el luxo literario, i la abundancia de medios para saber.

Llamo luxo literario á aquella grande profusion del cálculo, á aquel uso importuno de los experimentos, á aquella exôrbitante coleccion de máquinas é instrumentos, que se tienen ya por muebles precisos para quien quiera parecer medianamente instruido en las cien-

cias.

cias. Se juzga excelente matemático, el que para probar que 2 i 2 hacen 4, llena muchas páginas de intrincados cálculos, i usa de nuevos métodos de no vulgares equaciones. Será un pasmoso físico, el que pueda probar con mucha variedad de experiencias los diferentes efectos, que causará una piedra caida sobre un cuerpo blando, ó sobre un elástico. Y aquel se creerá grande hombre, que tenga la rara i peregrina habilidad de bolver complicadas i obscuras, las cosas mas claras i sencillas. Conozco quan útiles i necesarios son los cálculos i experimentos, para hacer algun progreso en las ciencias; pero poco ó nada servirán semejantes medios, si se gastan superfluamente, i no se emplean en importantes investigaciones. Estas son las armas para hacer conquistas en el pais de la verdad; pero si vanamente se aplican á batir el aire con ociosos truenos, i se consume la pólvora en salvas i en divertimientos pueriles, ¿qué adelantamientos esperamos conseguir de tales subsidios? Luxo

literario es tambien el estudio grande, que en el dia se hace de perficionar las máquinas, los instrumentos, los métodos de observar i de calcular, i en suma, de acumular, i de hacer ostentacion de riqueza i abundancia de todo aquello, que no se puede considerar como fin principal, sino como medio para conseguirlo. Los pocos descubrimientos, que desde algun tiempo á esta parte se han hecho en el estudio de las ciencias, casi todos se reducen á mayor facilidad en el calcular, mayor exâctitud en el observar, i mayor perfeccion i finura en los instrumentos; pero no se descubren nuevos arcanos en la naturaleza, ni se conocen nuevas verdades. Estoi mui lexos de reprehender el estudio moderado de tales cosas: de lo que me lamento es de la demasia i del exceso, i digo, que el luxo literario puede por dos razones servir de embarazo, para el adelantamiento de las ciencias; ya porque cultivandose demasiado el arte de calcular i de experimentar, se piensa poco en emplearlo con utilidad; ya porque el cál-

cálculo i las experiencias, que tanto se aprecian, hacen abandonar las observaciones, que es el principal i casi el único medio de hacer sólidos progresos en el conocimiento de la naturaleza.

Sucede freqüentemente en nuestros estudios, que vamos ansiosos en busca de los medios, i descuidamos del fin. El estudio de las lenguas es necesario para entender los autores, que en ellas han escrito; pero muchos se contentan con saber las lenguas, sin cuidarse de aprender lo que en ellas se enseña. La bibliografía es un medio, que sirve para conducir al conocimiento de los libros útiles, i ahora se ha hecho de ella una nueva ciencia, en la qual muchos se paran, sin pasar á leer los libros. Asi tambien los métodos de calcular se han inventado, para resolver problemas difíciles, para demostrar teoremas no vulgares, i para descubrir las verdades mas ocultas; pero muchos se contentan con abrazar el cálculo, i cuidan poco de hacerle servir para su fin. El

gra-

gracioso i docto Padre Castel dice, que el cálculo en la Geometría puede compararse á las tropas auxîliares de las armas romanas. Mientras aquellas tropas fueron auxîliares, i no llenaron mas que el tercio de una legion, Roma se engrandeció mas i mas, i conquistó el universo; pero con las riquezas, que adquirió de las naciones extrangeras se introduxo poco á poco la pereza en las legiones romanas, se abandonó el yelmo, la coraza i el valor, i las tropas extrangeras i bárbaras, los Hunos, los Godos, los Visogodos i los Árabes, baxo el nombre de tropas auxîliares vencieron los exércitos, los destrozaron, los aniquilaron, i convirtiéndose el tercio en todo, el todo fué reducido á nada, i quedó extinguido el Imperio romano. Este es, dice, el paso que sigue la Geometría, despues que se ha transformado en cálculo arábigo, i estoi para decir astrogótico. El entendimiento casi libre del cuidado de pensar, se hace tardo i perezoso, i el espiritu dado al ocio, dexa obrar á los de-

dos;

dos ; todo se cree hecho , quando se ven en su lugar las notas algebraicas , i se guardan las fórmulas analíticas. Yo no quiero usar contra el cálculo de las duras expresiones de aquel ingenioso autor ; pero aseguro , que si el subsidio del cálculo es útil i aun necesario á la Geometría , á la Astronomía , á la Física , i á todas las otras ciencias exâctas , para engolfarse en las arcanas i recónditas verdades , es sin embargo un desórden i un perjudicial abuso , que el accesorio se haga principal , i que el cálculo sea mas cultivado que las ciencias , á quienes devia servir de auxîlio. El cálculo se puede considerar como la llave de los íntimos gavinetes de la naturaleza ; pero en nuestras manos viene á ser como la llave de oro de los gentiles hombres , la qual se lleva á la vista , i sirve , para denotar la nobleza de los mayores ; aunque rara vez se usa , para entrar en la cámara del Príncipe.

Pasando del método de calcular á otros medios , vemos , que tanto los astrónomos como

los

los físicos, emplean sus estudios en la invencion de una pequeña máquina, en la perfeccion de otra, en el exâmen de algunos medios, en la investigacion de otros, i en una palabra, en reducir á perfeccion aquellas artes, que son ciertamente medios cómodos i útiles para ayudar á las empresas literarias; pero que no deven ocupar toda la fuerza i capacidad de nuestro ingenio. En la multitud de las máquinas, en la finura i primor del trabajo, en la variedad, i en la exâctitud de sus métodos, triunfa la ambicion del físico i del astrónomo, que se contenta con poder hacer ostentacion de sus riquezas en esta parte, i cuida poco del buen uso de aquel precioso tesoro. Nuestros estudios se parecen á la milicia de los Asiáticos, los quales ponian todo el honor en los carros falcados, en los elefantes, en la magnificencia, en la pompa, i en el aparato, i atendian mui poco á la disciplina, i al manejo de las armas, que es en lo que consiste el principal mérito de la milicia. Las finas i delicadas

má-

máquinas, los exâctos i perfectos instrumentos, los sutíles i estudiados métodos, no son los medios, que pueden formar el esplendor de las ciencias. Los sabios astrónomos i los físicos ingeniosos, han sabido formarse máquinas, é inventarse modos de usurlas; pero las máquinas i los instrumentos, no han sido capaces de formar un astrónomo ó un físico excelente. No eran mui finos los instrumentos, que sirvieron de basa á la Academia del Cimento (45), para hacer sus experiencias, i no obstante, con ellos encontraron los académicos las nuevas é importantes verdades, que el mejor físico de estos últimos tiempos, i el mejor maestro de hacer los experimentos, quiso traducir en una lengua mas universal, é ilustrar con sus notas (46). No pudieron Galileo, Guerrik, ni Boyle usar máquinas mui delicadas; pero sus repetidas experiencias, hechas con las que podian tener á las manos, descubrieron una nueva física, i manifestaron muchos secretos de la naturaleza no vistos hasta entonces.

ces. Y nosotros con nuestros instrumentos, con nuestras máquinas, con nuestras reglas, i con nuestros métodos, no podemos lisonjearnos de semejantes adelantamientos, i antes devemos tener vergüenza i rubor, que sobervia i vanidad de nuestras riquezas en esta parte. ¿Qué importa que se haya adelantado mucho el arte de hacer las observaciones i los experimentos, si las ciencias que deven cultivarse con las observaciones i los experimentos, no han logrado las mismas ventajas? No digo, que se haya de culpar el estudio i la industria, que se emplea en estas cosas, antes bien lo juzgo útil, i de algun modo necesario; pero afirmo, que no sé como acontece por una cierta fatalidad comun á las buenas letras i á las ciencias, que quando estan mas perficionados los medios de cultivar las unas i las otras, entonces se cuida menos de su cultura, i es mas corto el aprovechamiento. Despues que Aristóteles escribió el arte Retórica i la Poética, despues que los oradores i poetas griegos tuvieron ex-

celentes modelos que imitar, dexaron de florecer en Atenas los Demóstenes i los Sofocles; i Roma no logró oir excelentes oradores, despues que Tulio enseñó el modo de serlo, i dió el exemplo con sus oraciones. Se han multiplicado con exceso las máquinas físicas, i se ven al dia de hoy reducidas á la mayor perfeccion, gracias al cuidado de los profesores, i á la pericia é industria de los artífices. El físico Muschembroek (47) ha enseñado doctamente los mas verdaderos i justos preceptos, para hacer con acierto las experiencias; i ahora, que hai abundancia de medios para ellas, faltan físicos, que hagan de éstos un buen uso en útiles experimentos, i que saquen á luz nuevos fenomenos de la naturaleza. Los observatorios astronómicos, parecen otros tantos almacenes, llenos de infinitos instrumentos. Graham, Dollond, Le Roy, i otros muchos artífices ingleses i franceses, con la exâctitud de sus trabajos, han ayudado considerablemente á la Astronomía; Boscovich, De la Lande, Le

Mo-

Monier, i otros astrónomos de igual mérito, han enseñado por distintos medios el verdadero modo de hacer las observaciones astronómicas; pero al paso que se perficiona el arte de observar, se piensa poco en las observaciones, i no se ven nuevos descubrimientos. El gran Galileo, sin la ayuda de finos i exâctos instrumentos, con un simple i comun telescopio, con vulgares i triviales máquinas, sin noticia del cálculo sublime, i sin ningun conocimiento de los misteriosos arcanos de la analisis, hizo tantos i tan útiles descubrimientos físicos i astronómicos, que juntos todos los físicos i astrónomos de nuestros tiempos, tan provistos de máquinas i de toda suerte de instrumentos, con tanto socorro de Álgebra i Geometría, no pueden gloriarse de haver hecho otro tanto. Era como los sabios i prudentes económicos, los quales con mediana renta i con mucho juicio, saben mantenerse en el mundo con decencia, i producir ventajas á su casa. Al contrario nosotros nos parecemos á

aquellos imprudentes jóvenes, que entrando en posesion del rico tesoro, que les han dexado sus mayores, lo consumen todo en pasatiempos i diversiones, sin adelantar cosa alguna, antes bien acarreando mucho perjuicio á su casa. Y estos son los motivos, porque me persuado, que el luxo literario daña al adelantamiento del verdadero honor de las ciencias. Es tambien perjudicial este luxo, porque el demasiado respeto al cálculo, i el excesivo amor á los experimentos, hacen olvidar la observacion, la qual devia cultivarse ante todas cosas. El único medio capaz de hacer que se conozca la verdad, i de producir sólidas ventajas en las ciencias, es observar mucho la naturaleza, mirarla con atencion, con perseverancia, con zelo i con ardor; estudiarla en sí misma, seguirla en sus fenomenos, reflexîonar sobre sus hechos, estudiar sus secretos, exâminar sus leyes, i contemplar el artificio de sus operaciones. ¿Quántas verdades no se le presentan á un filósofo, que atenta i cuidadosamente sigue los

pa-

pasos de la naturaleza? Y para hacer esto no hai necesidad de las menudas i sutíles observaciones de los astrónomos i de los naturalistas, porque los mas obvios i mas comunes fenomenos, observados filosóficamente, descubrirán profundas i recónditas verdades. Viendo Galileo en una iglesia el movimiento de una lámpara, supo sacar maravillosos descubrimientos para la física (48). Paseandose Newton por el jardin, ve caer una pera del árbol, se agita su entendimiento con esta vista, i produce el verdadero sistema del mundo (49). La naturaleza no se resiste á dexarse ver como comunmente se piensa, basta que se la quiera mirar con ojos atentos i filosóficos, para que muestre francamente sus bellezas; pero se esconde zelosa, si para conocerla acudimos á otros medios, que al de exâminarla i contemplarla en sí misma. El geómetra en su bufete reducirá al cálculo el movimiento de las estrellas, el curso de los rios, la fuerza de los vientos, i todas las grandes operaciones de la

na-

naturaleza; pero si sus cálculos no estan apoyados en verdaderas observaciones, vendrá al suelo esta grande fábrica sin poderse sostener. La observacion de hundirse un poco la nave al tiempo de remar, ha hecho ver á un socio de nuestra Academia, que por no haverle ocurrido al grande Euler, son errados en este particular todos sus cálculos. La práctica de la marina, ha dado motivo al penetrante i docto entendimiento de D. Jorge Juan, para corregir en su excelente *Exâmen maritimo práctico* muchos errores del mismo Euler en diferentes puntos de la Naútica. Una atenta reflexîon sobre la consonancia de la música, ha hecho ver á D. Antonio Eximeno, que „el *Tratado de Música* del Sr. Euler, fundado en „el cálculo mas exâcto, i lleno de aquellas fór„mulas matemáticas, que se respetan como „origen de infinitas verdades, todo es una pura „falacia.“ Solo el exemplo de este grande hombre, el mas excelente geómetra, i el mejor calculador de nuestra edad, puede servir

por

por muchos, para persuadir lo que he propuesto, i es una evidente prueba de que el mas exâcto cálculo , quando no está fundado sobre las verdaderas observaciones, en vez de conducir al descubrimiento de la verdad, hace caer en los mas enormes errores. Entonces será seguro el cálculo , i entonces será útil para el conocimiento de la naturaleza, quando la observacion le preste los fundamentos, i verifique sus conseqüencias. El gran Cassini , por mas que poseyese plenamente el arte de calcular, i por mas que fuese capaz de resolver problemas, en cuya demostracion no podia empeñarse, ni Keplero , ni Bouillaud , ni otro alguno de los mas famosos geómetras , i aunque le fuese familiarísima la práctica del cielo i de las estrellas, sin embargo fiaba poco de sus cálculos , quando no tenia muchos hechos en que poder fundarlos; i no contento con sus propias observaciones, buscaba cuidadosamente las de Gasendo, i otros astrónomos. ¿Y se atreverán nuestros analíticos á decidir con libertad

los

sobre los mas arduos i difíciles puntos de la Astronomía, sin haver tenido en las manos el telescopio, i sin haver mirado una sola vez las estrellas? Este es el mayor perjuicio, que acarrea á las ciencias el honrar demasiado al cálculo, porque mientras se tiene de él mucho cuidado, queda olvidada la observacion, i por mejor decir, solo aquel se estima; i ésta se desprecia considerandola como operacion mecánica, i poco digna de un genio filosófico. Como la noticia sacada de la observacion, no es mas que noticia histórica, i ésta la suelen colocar los lógicos en la ínfima clase de los conocimientos humanos, los genios sublimes, los agudos i penetrantes ingenios, abandonan la observacion á los talentos medianos, i quieren levantar el buelo, i remontarse á los mas elevados cálculos, atendiendo solo á los conocimientos filosóficos i matemáticos, que nacen de ellos. Yo mismo he oido decir á Boscovich, que el geómetra D' Alembert se avergonzaría de tomar el telescopio en las ma-

 nos,

nos, por reputarse superior á estas operaciones mecánicas, i juzgar solo dignas de su atencion las especulaciones analíticas. Sé que Euler se ocupa al presente en manejar la calamita, i en observar atentamente sus complicados fenomenos; pero tambien sé, que este estudio está reputado, entre los que se jactan de filósofos, por una niñería digna de compadecerse en un viejo, i no por ocupacion correspondiente á un matemático. Mientras reine tan dañosa preocupacion, mientras por un excesivo aprecio del cálculo, que se ha hecho de moda, se piense tan erradamente, ¿quién querrá dedicarse á observar la naturaleza, i cómo podrán hacerse verdaderos progresos en las ciencias, las quales no tienen otro objeto, que el de comprehender bien las voces de aquella maestra universal?

Lo que hemos dicho del estudio del cálculo, podrá igualmente aplicarse al arte de hacer las experiencias. Algunos piensan, que es lo mismo la experiencia, que la observacion; pero en la realidad son mui diferentes. La obser-

servacion es una reflexîon atenta sobre los objetos de la naturaleza como realmente exîsten en el universo; la experiencia es un exâmen de los mismos, preparados por el arte; la observacion considera aquellos hechos, que la naturaleza sin ningun auxîlio del arte obra espontaneamente por sí sola; la experiencia pone la mira en aquellos fenomenos, que la naturaleza no produce sino movida é instigada del arte. El filósofo observador es meramente pasivo, i recibe con sencillez aquellas sensaciones, que la naturaleza por sí misma hace nacer en su ánimo; el experimentador quiere ser activo; atormenta, fuerza i constriñe la naturaleza, i la hace obrar irregularmente, precisándola á salir de su curso ordinario; el uno la ve en su estado natural, i el otro la mira baxo un aspecto forzado i violento; el uno tiene á la vista las operaciones de la naturaleza abandonada á sí misma, i el otro solo toca las resultas de sus combinaciones: i asi, las noticias de la observacion son justas i seguras,

 las

las de la experiencia pueden ser inciertas i equivocadas ; lo que manifiesta , que el mayor estudio de la naturaleza deve hacerse con la observacion. La experiencia sirve para llenar los huecos , que ésta dexa , i hacer llegar á donde no puede conducir por sí sola la guia de la observacion ; i á la verdad , entonces son útiles las experiencias , quando son llamadas en auxîlio de las observaciones , i vienen á sostener quanto éstas atestiguan. No podia conocer bien Torricelli si el pararse el agua en los tubos á una cierta altura , provenia del peso del aire de la admosfera , como él se imaginava ; pensó en hacer la experiencia con el mercurio en otro tubo , i se certificó de lo que havia dudado , i al mismo tiempo enriqueció la Física con el barómetro , que despues ha sido el instrumento de tan bellos descubrimientos. No podia Newton conocer por sí mismo la naturaleza de la luz , i hacer una sutil anotomía de sus rayos ; recurrió al prisma, y haciendo con él diversos experimentos,

lo-

logró felizmente encontrar lo que buscava. No podia Muschembroek ver la actividad del fuego exâminandola en el mismo elemento; recurrió á los auxîlios del arte inventando ingeniosamente el pirometro, i con repetidas experiencias consiguió medirla, cosa que no havian podido lograr lós físicos mas hábiles, i á que no pudo llegar el mismo maestro del fuego Boerhave. La observacion produxo en Franklin el pensamiento de la identidad del fuego del rayo, i del fluido eléctrico, i diferentes experiencias hechas de varios modos, sirvieron para confirmarlo. Las observaciones de los misioneros de la China, produxeron en la mente de Becaria la hipotesi de la electricidad víndice; acudió á la experiencia, i encontró quantas razones podia desear para sostenerla. De este modo sí que son útiles i aun necesarias las experiencias; asi es como producen sólidas ventajas á las ciencias; però quando todo el estudio del físico se reduce á buscar nuevas experiencias, con que probar

co-

cosas manifiestas; quando todo su ingenio se emplea en meditar nuevos métodos, con que salgan algo mas exâctos los experimentos; quando todo su arte consiste en inventar nuevas i graciosas maneras, para hacerlos mas agradables i atractivos; quando antes se busca apagar la curiosidad i el ocio del vulgo, que satisfacer la expectacion de los doctos; quando mas se procura presentar agradables espectáculos, que hacer nuevos descubrimientos, ¿qué socorro podrán conseguir las ciencias? Antes pienso, que como no cabe duda en que sin los repetidos experimentos, no se podrá llegar á penetrar la naturaleza, asi tambien deve decirse, que el excesivo amor de las experiencias acarrea daño á su conocimiento, porque distrae de la observacion, que es el único medio, para poderla conocer con toda verdad. Los experimentos inventados con sutileza de ingenio, hechos con hermosísimas máquinas, i manejadas con destreza, os presentan desde luego la verdad de una teórica, i os dan una pequeña

di-

diversion; por otra parte, la observacion pone á la vista los objetos como se encuentran naturalmente, sin atraer por la novedad, i sin mostrar tan pronto las verdades que se buscan: i asi gustamos de estudiar la naturaleza por medio de los deleytables experimentos, i huimos de entrar en las penosas fatigas de la atenta observacion.

Tambien daña al descubrimiento de la verdad el sobrado amor á las experiencias, porque nos habitua á mirar la naturaleza solamente en el estado en que se ve en las máquinas i en los experimentos; i la costumbre de oir las voces, que ella dá forzada i constreñida del arte, hace que no se entienda bien su voz natural. Si quereis saber de un físico experimentador la fuerza del agua, desde luego os pondrá á la vista bellos i graciosos espectáculos, haciendo dar bueltas al fluido en varios tubos, midiendo su fuerza, pesando su empuje, i demostrando todas sus propiedades. Pero si del gavinete del físico pasáreis á la

ori-

orilla de un rio, se os borrarán de la memoria las noticias adquiridas, i viendo tierra, que cae, i que resiste, en lugar de vidrio consistente i liso; viendo agua turbia, i mezclada en cuerpos eterogeneos, en vez de un fluido limpio i puro; viendo en suma un rio, que corre, ó libre enmedio de los campos, ó constreñido i sujeto dentro de la madre, en lugar de un pequeño i estudiado experimento; os parecerá estar en un nuevo mundo, i acostumbrados á ver con mascarilla la naturaleza, no la conocereis en su natural semblante. Y ved ahí como se confirma lo que hemos dicho, que el excesivo amor á las experiencias, en vez de ayudar i ser útil, puede perjudicar á los progresos i adelantamientos de las ciencias, que enteramente consisten en el justo i verdadero conocimiento de la naturaleza.

En vista de todo lo dicho, creo, que con razon podré concluir, que una mal entendida cultura, por querer juntar toda suerte de conocimientos, por dexar en olvido los libros

clá-

clásicos i magistrales, por despreciar sin exâmen las hipotesis, por tener una vida delicada i sociable; i juntamente el luxo literario en la profusion del cálculo, en la pompa i en el aparato de las máquinas, de los instrumentos, i de los métodos, i en la vana ostentacion de los experimentos i del Álgebra, son la causa, porque en un tiempo de tantas luces i de tantos medios para saber, no se hacen aquellos progresos, que se hacian en tiempos menos cultos i faltos de tales auxîlios; i que no la superficial cultura, no la abundancia i riqueza de medios, sino la atenta observacion, la investigacion diligente, la meditacion profunda, el serio estudio, i la continua aplicacion, han producido, i producirán siempre la gloria i los verdaderos adelantamientos de las ciencias.

NOTAS

DEL TRADUCTOR.

(1) La Real Academia de las Ciencias i Buenas letras de Mantua, tiene sus juntas en un suntuoso edificio fabricado por la magnificencia de la Emperatriz difunta. Se celebran las funciones públicas en un pequeño pero bellísimo teatro, i de singular arquitectura. La Academia, despues de la muerte de S. M., para manifestar su reconocimiento, ha hecho grabar una medalla, que tiene en el anverso el retrato de su Soberana favorecedora, i en el reverso la fachada del edificio.

(2) En España, i con especialidad en Madrid, no se carece ya de estos útiles establecimientos.

(3) En una Disertacion que se halla en las Actas de la Academia, donde tambien hai otras del mismo.

(4) Este frances ha adquirido mucho nombre por la traduccion de Homero, i por sus disertaciones sobre el modo de traducir; tiene varias en las Actas de la Academia de Berlin acerca de las Buenas letras, i una, que es de la que aqui se habla,

sobre la influencia de éstas en la Filosofía.

(5) En un discurso sobre la Oda, que está en el tomo V de sus Misceláneas.

(6) Aqui habla el autor del tratado de los indivisibles de Buenaventura Cavalieri publicado en 1635, que algunos quieren haya dado el primer origen al cálculo infinitisimal.

(7) El Tratado de la Geometría es uno de los principales que compuso este célebre Frances, i le ha adquirido grande reputacion. Enriqueció la analisis con muchos inventos, de donde le vino el nombre de *Álgebra* ó *Analisis Cartesiana*, i fue el primero que aplicó el Álgebra á la Geometría. Nadie ignora el mérito de Descartes, á quien se atribuye la restauracion de las artes i ciencias, i haver dictado el verdadero modo de estudiar los efectos de la naturaleza; pero el autor quiere, que esta gloria sea de Galileo, i procura probarlo en su *Saggo della filosofia del Galileo*, que publicó en Mantua el año 1776.

(8) La invencion i perfeccion de este cálculo, como expresa el autor, se deve á los insignes matemáticos Isac Newton, Guillermo Gotofredo Baron de Leibnitz, i los hermanos Jacobo i Juan Ber-

Bernoułli; pero no puede determinarse quanto ha contribuido cada uno de ellos; lo cierto es, que Leibnitz publicó un ensayo de él, sin comunicar el método, en el jornal de Leipsic el año de 1684; que los célebres Bernoullis procuraron i consiguieron descubrir la realidad de dicho cálculo con tanta felicidad, que el mismo Leibnitz confesó, que tenian por lo menos tanta parte como él en este invento; i que en 1687 publicó Newton la grande obra de los *Principios matemáticos de la filosofía natural*, que está enteramente fundada sobre este cálculo. Suscitóse una reñida disputa entre Newton i Leibnitz, ó p[illegible] mejor decir entre Ingleses i Alemanes, sobre quién era el inventor, defendiendo cada qual á su paisano; i haviendose decidido en Londres á favor de Newton, lo sintió tanto Leibnitz, que algunos creen que murió de la pesadumbre. Fontaneille, en el elogio de éste, refiere todo lo ocurrido en la disputa. Estos dos grandes hombres contendian por la primacía en las matemáticas mas abstrusas i sublimes, i no era pequeña gloria de cada uno, el poder competir con el otro. Newton fue Presidente de la Real Sociedad de Londres, i Lebnitz de la Real Academia

de

de Berlin. No se puede explicar aqui bastantemente el mérito de los célebres hijos de Nicolas Bernoulli, pero quien quisiere podrá ver el elogio de Juan en Fontaneille, i en el tomo III de las Actas de la Academia de Berlin, donde se habla algo de sus hijos. La familia de Bernoulli, que es de los Suizos, ha sido mui fecunda en matemáticos, porque ademas de estos dos, florecieron en la misma ciencia tres hijos de Juan, i singularmente Daniel, que murió el año pasado en Basilea; i actualmente hai en Berlin otro Bernoulli académico i astrónomo bien conocido por sus obras astronómicas, i otras.

(9) La tierra, el sol i la luna son tres cuerpos, que se atraen mutuamente. La luna tiene su movimiento, i para determinar á punto fixo quál sea éste, es menester saber quánto obra en ella la atraccion de la tierra i la del sol, quánto en la tierra la del sol i de la luna, i quánto en el sol la de la luna i de la tierra. Saber exâctamente el curso de la luna, es mui conveniente para la Naútica, i por eso se ha estudiado tanto este problema. Euler, Clairaut, i D' Alembert son los que lo han determinado con mas precision i exâctitud.

(10) Este insigne literato, en el tomo XXIII

de

de las Actas de dicha Academia, trata de la solucion del problema de los tres cuerpos, i dice, que sería tan célebre como la quadratura del círculo, si huviera sido conocido de los geómetras griegos, i si su asunto fuera tan inteligible como lo es la figura de un círculo: „esto (dice) al paso que dis„minuye su fama, hace que mientras la quadratura „del círculo es objeto de las investigaciones de los „ignorantes, el problema de los tres cuerpos ocupe „solo á los que estan mui versados en el cálculo."

(11) El modo de calcular del célebre frances Francisco Vieta, es valerse de las letras en lugar de números i otros signos.

(12) Este exjesuita natural de Ragusa, enseñando matemáticas en el Colegio romano, se ganó el nombre inmortal de que goza en toda Europa. La difunta Emperatriz le dió la Cátedra de matemáticas en la Universidad de Pavía; de alli pasó á Milan, i en el Colegio de Brera, hizo el observatorio astronómico, que es bien conocido de todos los astrónomos, i está ahora baxo la direccion de los Abates Cesaris, i Regio. Despues de la extincion de la Compañia, fue llamado por el Rei de Francia á Paris, donde se halla al presente.

Brad-

(13) Bradley, catedrático de Oxford, halló la aberracion de las estrellas fixas buscando la paralaxe. Dicha aberracion es un pequeño movimiento aparente de las estrellas fixas, nacido del tiempo, que emplea su luz en correr el diámetro de la orbita de la tierra. La nutacion del exe terrestre nace de la atraccion.

(14) En una gazeta literaria de Alemania.

(15) La Sociedad de Londres ofreció prémio en el año 1714 al que encontrase el modo de medir en la mar los grados de longitud; pero no se adelantó cosa de entidad sobre lo que havia hecho Galileo. El Rei de España havia ofrecido por entonces honores i premios al que hiciese este descubrimiento. Galileo manifestó el suyo al Duque Cosme de Médicis, i este Soberano le propuso en Madrid por medio de su Residente; pero aunque se trató del asunto, i mereció mucho aprecio, se difirió la conclusion, i no llegó á efectuarse. Igual desgracia tuvo el ofrecimiento de este hallazgo, hecho á la República de Holanda en el año 1636, pues aunque manifestó su agradecimiento en una mui honrosa carta, i con una grande cadena de oro, que Galileo no quiso aceptar hasta que fuese

pues-

puesta en execucion su propuesta, varios accidentes lo difirieron por muchos años, en los quales agravado Galileo de su edad, perdió la vista. No por esto abandonó su proyecto; se valió de su amado discípulo el Padre D. Vicente Renieri, i entre tanto que éste ponia en orden las tablas i las efemérides, murieron los quatro comisarios, que para ello havia enviado la República: fueron nombrados otros dos; pero murió el autor, quando por acuerdo de éste i de la República, preparaba el P. Renieri las tablas i efemérides, para llevarlas consigo. Este fue el desgraciado suceso que tuvo tan útil empresa. Ultimamente se ha adelantado mucho en perficionar los métodos, que havian inventado antes; pero ninguno se ha visto nuevo.

(16) Euler i Mayer obtuvieron premios por su exâctitud en las tablas, que formaron del movimiento de la luna.

(17) Esta sirve para tener fixo el telescopio, i poder estar á un nivel enmedio de los altos i baxos del navio.

(18) Dicho relox es famoso por haver merecido el prémio de 20∂ libras esterlinas.

(19) Estos satélites dieron causa á quanto he di-

dicho en la nota 15. El descubrimiento de ellos hai quien le atribuye antes que á Galileo á Simon Mario ó Mayer; pero el autor no duda afirmar aqui, que se deve á Galileo, como lo havia hecho antes en su *Saggio* á la pág. 150, donde refiere á la larga este descubrimiento.

(20) D. Jorge Juan, i D. Antonio Ulloa, hicieron de orden de S. M. el viage al Equador. El primero escribió las observaciones astronómicas i físicas hechas en el viage, i el segundo la historia i sucesos de él.

(21) Despues de tantos viages, se ha concluido generalmente, que la tierra es una esferoide levantada al Equador, i chata á los polos; pero qué leyes siga esta desigualdad, no se ha podido decidir hallandose mucha diferencia entre las observaciones astronómicas, i las barométricas, i entre las medidas de un mismo grado baxo de diferentes meridianos. El autor leyó, en la misma Academia de Mantua, otra disertacion sobre las opiniones que en esto ha havido, las operaciones que se han hecho, i sus resultas.

(22) Galileo fue el primero, que trató dignamente de la mecánica; Hugenio, y Wallis la ilus-

traron mas con sus especulaciones ; i Newton la perficionó enteramente.

(23) Euler fue el primero que dió la idea de las lentes acromáticas compuestas de dos masas distintas de vidrio, i combinadas de modo, que la extension de rayos colorados, que hace la una, se corrija por la otra ; i tiene una disertacion en las Actas de la Academia de Berlin, en que da reglas para la construccion de los telescopios i microscopios. Dollond queriendo, con nuevos experimentos, sostener la imposibilidad de destruir la variedad de colores de los telescopios, realizó el proyecto de Euler, i fue el primero que fabricó las lentes sin aberraciones. Y Boscovich ha inventado un instrumento, para regular los grados que deven tener los diferentes cristales que componen el telescopio acromático, i ha escrito sobre estos puntos.

(24) Daniel Bernoulli en su *Hidrodinámica*, i D' Alembert en su tratado *De la presion de los fluidos*, han escrito de estos puntos con toda exâctitud i rigor matemático. Los italianos Castelli amigo i discípulo de Galileo, i Guglielmini catedrático de Matemáticas en Padua, i sócio de la Academia de las Ciencias de Paris, i el frances Mariotte, examina-

naron esta materia sin tanto cálculo con experiencias i observaciones; i sus descubrimientos son mas visibles i de mayor utilidad, á lo menos para la práctica.

(25) El americano Benjamin Franklin nació en Boston en 1706. Sus experiencias sobre la electricidad i el rayo, le han ganado tan gran nombre, como haver sido uno de los mas famosos defensores de la libertad de los Estados-Unidos de América. En Paris, donde se halla actualmente de Embiado de su patria, abrieron lámina de su retrato, i recopilaron sus méritos filosóficos i políticos en este verso:

Eripuit coelo fulmen, sceptrumque tirannis.

Volta es un cavallero de Como, que ha inventado el *electróforo*, instrumento que se puede llevar en la faltriquera, i conserva por mucho tiempo la electricidad; la *pistola eléctrica*, que es una pistola cargada con aire inflamable en lugar de pólvora, i se enciende con la electricidad; i varias otras cosas de igual naturaleza.

(26) Oton Guerrik de Magdemburgo es el inventor de la máquina pneumática, que ha facilitado tantos descubrimientos; pero por haverla per-

fi-

ficionado Roberto Boyle, se llama *boyleana.* Estos dos pueden juzgarse los padres de la física experimental.

(27) La *Muerte de Abel* es un pequeño poema del aleman Gesner, de un nuevo gusto, i que no tiene exemplar en los anteriores poemas.

(28) Walpole fue el primero que puso en algun orden la eloqüencia inglesa, i Guillermo Pit Lord Conde de Chatam la perficionó.

(29) Es bien conocido el mérito de éstos en la parte que los alaba el autor. Baylli individuo de la Real Academia de las Ciencias de Paris, i astrónomo célebre, ha escrito un tomo de la historia de la antigua astronomía; tres de la moderna; uno de cartas sobre el origen de los pueblos i de las ciencias; i otro sobre la antigua adlántida. Ha ganado gran fama por el sistema de una nacion antiquísima versada en la Astronomía, de la qual vino á los Indios, Caldeos, Persas &c. El autor le alaba aqui por su profunda erudicion, i por el estilo, que es excelente, como el de Buffon, que en su *Historia natural* ha sabido juntarle con la solidez i utilidad de la materia. Voltaire, i Rousseau, son los literatos que mas ruido han hecho en

nuestros dias: fueron de un entendimiento claro i perspicaz, vasta erudicion, i extraordinaria facundia, que es lo único que alaba de ellos el autor.

(30) En la *Historia de las ciencias exâctas.*

(31) En sus *Elementos de química.*

(32) Tiene D' Alembert un librito sobre la causa de los vientos, disertacion que llevó el prémio en la Academia de Berlin.

(33) Sobre esto compuso Euler una disertacion, que presentó á la Academia de las Ciencias de Paris.

(34) Como lo manifiesta Boscovich, que siendo tan grande astrónomo, quiere siempre hacer versos, i en efecto ha compuesto el poema *De defectibus solis et lunae*, i otros en que trata poeticamente la Astronomía.

(35) Mr. D' Alembert acredita esto, como se verá mas adelante en la Disertacion.

(36) El célebre ingles Priestley nos dá buena prueba de ello, porque haviendose adquirido gran nombre por la electricidad, el aire fixo, i otros puntos físicos, ha escrito despues algunos libros en punto de religion, que no le pueden dar mucho crédito.

(37) La Hidrodinámica se puede decir, que la ha hecho nacer Daniel Bernoulli, i la ha ilustrado mucho

cho D' Alembert con sus obras de la presion de los fluidos, de su resistencia, i de su equilibrio. Las obras astronómico-matemáticas de D' Alembert, son sus investigaciones sobre varios puntos del sistema del mundo.

(38) En la Disertacion sobre el modo de hacer las experiencias físicas.

(39) En sus cartas á Voltaire sobre el origen de las ciencias.

(40) Este mal se ha hecho universal, i obligó al erudito D. Joseph Cadalso á componer i publicar contra él, su ingeniosa sátira intitulada: *Los Eruditos á la violeta.*

(41) Este célebre frances Secretario perpetuo, i despues Presidente de la Academia de las Ciencias, puede llamarse el Nestor de la literatura francesa, puesto que solo le faltaron quince dias para vivir cien años, i fue uno de los mayores i mas eloqüentes literatos. Sus obras le hacen acreedor á los elogios, que generalmente se le dispensan. En el que escribió de la Hire dice lo que cita el autor.

(42) El primer diálogo del sistema del mundo de Galileo, produxo la obra de Borelli que se cita. De este célebre napolitano, profesor de filosofía

i

i de matemáticas en Florencia i en Pisa, tenemos otro tratado *De motu animalium*, que toma tambien el origen de la misma obra de Galileo.

(43) El dinamarques Roemero se hizo famoso por el hallazgo del movimiento progresivo de la luz, el qual está en el tomo X de la Historia de la Academia de las Ciencias de Paris.

(44) Quien esté un poco versado en estos estudios, facilmente entenderá, que el autor no habla aqui de los sistemas peripatético, cartesiano, &c. sino de las nuevas hipotesis, que aun no estan conocidas claramente por falsas. El sistema de Buffon del calor i de la frialdad de los planetas, será tal vez falso, pero su exâmen ha ocasionado muchas experiencias útiles, i muchos nuevos conocimientos. Este sistema, el del fuego central de Mayran, i otros tales, son de los que habla el autor.

(45) La Academia de Física establecida en Florencia por Lorenzo de Médicis, se llama del *Cimento*, ó bien sea de la prueba, porque probava la naturaleza con sus experiencias.

(46) El célebre Muschembroek, traduxo en latin é ilustró con sus notas, dichas nuevas é importantes verdades.

En

(47) En la Disertacion citada en la nota 38.

(48) Estando Galileo estudiando medicina en la ciudad de Pisa, observó en la iglesia el movimiento de una lámpara, i notando la igualdad de las vibraciones, inventó la medida del tiempo por medio del péndulo, i ante todas cosas pensó adaptarle á la medicina i al conocimiento del pulso. Pasó despues á usarle para medir la altura de los templos i otros edificios semejantes, para regular el relox, i para otras muchas cosas importantísimas.

(49) Viendo Newton caer una fruta del arbol por su propia gravedad, empezó á reflexîonar sobre la caida de los graves: de aqui pasó á ver, quanta sería la velocidad de un grave, que de la luna cayese á la tierra, siguiendo la lei de la atraccion segun la razon inversa del quadrado de las distancias, i halló que sería la misma que tiene ahora la luna. Pasó á hacer estos cálculos en cada uno de los planetas respecto al sol, i en todos halló, que su movimiento corresponde á la velocidad segun la razon inversa del quadrado de las distancias; de donde concluyó, que el sistema de la naturaleza, ó la lei universal es, que todos los cuerpos se atraen mutuamente segun dicha razon inversa.



